

Motor vehicle impact detection method for activating occupant safety system - measuring acceleration and deceleration, integrating, subtracting previous speed value and comparing with threshold

Publication number: DE4117811 (A1)

Publication date: 1992-12-03

Inventor(s): DREXLER JOHANNES DIPL.ING [DE]; WOEHLR ALFONS [DE]; BADER HEINZ DIPL.ING [DE]; BERNITT ANDREAS DIPL.ING [DE]; SPIES HANS [DE]; HORA PETER DIPL.ING [DE]; FENDT GUENTER DIPL.ING [DE]

Applicant(s): MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE]

Classification:

- International: G01P15/00; B60R21/01; G01P15/16; G01P15/00; B60R21/01; G01P15/16; (IPC-1-7); B60R21/32; G01P15/00

- European: B60R21/0132

Application number: DE19914117811 19910531

Priority number(s): DE19914117811 19910531

Also published as:

DE4117811 (C2)

JP5157761 (A)

JP7092472 (B)

Cited documents:

DE3001780 (C2)

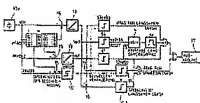
DE3924507 (A1)

DE3816587 (A1)

DE2222038 (A1)

Abstract of DE 4117811 (A1)

The method of detecting motor vehicle impacts involves using a circuit in which sensors detect accelerations and decelerations to produce signals which are evaluated. The vehicle speed is measured and stored at equidistant time intervals over a defined period by integrating acceleration values using a computer. The computer reduces the measured speed by the speed value for a preceding time step to produce a speed difference value. If the difference value exceeds a threshold value a passenger vehicle occupant safety system is activated. USE/ADVANTAGE - Esp. for activating vehicle occupant safety systems e.g. airbag in event of motor vehicle impacts with high reliability using simple algorithm implemented in microcomputer or microcontroller.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 41 17 811 A1

Int. Cl.⁵:
B 60 R 21/32
G 01 P 15/00

DE 41 17 811 A1

(21) Aktenzeichen: P 41 17811.4
 (22) Anmeldetag: 31. 5. 91
 (43) Offenlegungstag: 3. 12. 92

⑦ Anmelder:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012
Ottobrunn, DE

⑦② Erfinder:

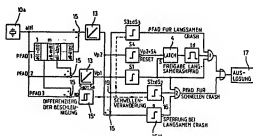
Drexler, Johannes, Dipl.-Ing., 8901 Dasing, DE;
Wöhr, Alfons, 8898 Schrobenhausen, DE; Bader,
Heinz, Dipl.-Ing., 8859 Karlshuld, DE; Bernitt,
Andreas, Dipl.-Ing., 8898 Schrobenhausen, DE;
Spies, Hans, 8068 Pfaffenhofen, DE; Hora, Peter,
Dipl.-Ing.; Fendt, Günter, Dipl.-Ing., 8898
Schrobenhausen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Aufprallerkennung bei Fahrzeugen

(57) Zur Crasherkenennung wird ein(e) Verfahren/Vorrichtung benutzt, mit dessen (deren) Hilfe kontinuierlich die Fahrzeuggeschwindigkeitsänderung innerhalb eines zurückliegenden begrenzten Zeitraums gemessen und bewertet wird (partielle Geschwindigkeitsdifferenz).

Als Unternehmen kann mit Hilfe o. a. Verfahrens/Vorrichtung die Beschleunigung a herausdifferenziert und bewertet werden, falls bei Hoch- und Niedriggeschwindigkeitscrashes keine ausreichende Unterscheidungsmöglichkeit mit Hilfe der partiellen Geschwindigkeitsdifferenz möglich sein sollte. Als weitere Unternehmen können verschiedene partielle Geschwindigkeitsdifferenzen (durch verschiedene große Beobachtungszeiträume) gemessen und vergleichtend bewertet werden, um bei langsameren (schrägen) Crashes nur innerhalb eines begrenzten Zeitfensters in der Anfangsphase der Crashes eine Zündung zuzulassen.



DE 41 17 811 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufprallerkennung bei Fahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugen.

Bei bekannten Verfahren und Schaltungsanordnungen zur Aufprallerkennung und Bewertung in Fahrzeugen mit Personennurückhaltesystem erfolgt im wesentlichen die Bewertung durch Integration oder mehrfache Integration von Beschleunigungsmeßwerten, bis vorherbestimmte Schwellwerte erreicht werden. Die Schwellwerte sind meist Erfahrungswerte und sollen dazu dienen, z. B. einen Frontalaufprall von einem Seitenaufprall oder rückwärtigen Auffahren oder Hammerschlag oder Fahrtrieb über Schlechtwegstrecken oder Bordsteinberührung zu unterscheiden, mit anderen Worten, die gefährlichsten Auffahrunfälle, nämlich im wesentlichen den Frontalaufprall unter einem Winkel bis etwa 45° zur Fahrrichtung, zu erkennen. Eine solche Einrichtung ist z. B. beschrieben in der DE-OS 38 16 587 der Anmelderin.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zu schaffen, die eine hohe Sicherheit für die Aufprallerkennung aufweist, einen einfachen Algorithmus anwendet, der in einem Mikrorechner oder Mikrocontroller unterbringbar ist, aufweist und es gestattet, Schwellwerte nach Belieben einzustellen, insbesondere zu erhöhen.

Die Lösung der Erfindung ist in Anspruch 1 oder Anspruch 2 enthalten. Das Grundprinzip nach Fig. 1 beruht darauf, zunächst einen Aufprall zu erkennen, dessen Intensität etwas unterhalb der geforderten Auslöseschwelle liegt. Dadurch wird eine hohe Sicherheit gegen Beeinflussung des Verfahrens durch den Fahrtrieb (Schlechtwegstrecke, Bordsteinberührung usw.) sowie gegen Mißbrauch (Hammerschlag usw.) erreicht. Mit 10 ist die Meßeinrichtung, mit 11 die Auswerteeinrichtung mit Rechner, mit 12 der A/D-Wandler, mit 13 der Integrator, mit 14 der First-in-First-out-Schiebespeicher, mit 15 der Subtrahierer, mit 16 der Schwellwertschalter und mit 17 der Auslöser (Zündpille) bezeichnet.

Dadurch bewertet das Verfahren, ob der Abbau der Fahrzeuggeschwindigkeit in der Anfangsphase rasch erfolgt (dies entspricht einem Frontalaufprall) oder ob der Abbau der Fahrzeuggeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum erfolgt (dies entspricht einem Schrägaufprall).

Ist eines der beiden Kriterien mit ausreichender Intensität erfüllt, so erfolgt die Auslösung des Rückhaltesystems, wobei die Intensitätsbedingungen für Frontal- und Schrägaufprall, d. h. die relevanten Auslöseparameter, abhängig vom Beschleunigungsanstieg vor der Aufprallerkennung, verändert werden.

Insbesondere durch die Unterscheidung in Frontal- und Schrägaufprall ist eine einfache Adaption des Verfahrens an die geforderte Auslöseschwelle möglich.

Die Erfassung der Aufprallintensität erfolgt durch Bewertung der sogenannten partiellen Geschwindigkeitsdifferenz Δv gemäß Fig. 2a. Darunter wird die Differenz zwischen der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit $v(t)$ und der Fahrzeuggeschwindigkeit $v(t - \Delta t)$ zum Zeitpunkt $t - \Delta t$ verstanden, d. h.

$$\Delta v = v(t) - v(t - \Delta t)$$

Das Signal Δv ist somit ein Maß für die abgebaute Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb des Zeitraums Δt .

Das Verfahren läßt sich gemäß dem Grundprinzip der Erfindung in die Funktionen Aufprallerkennung,

Schrägaufprall- und Frontalaufprallerkennung unterteilen. Ein Blockschaltbild hierfür ist in Fig. 3 enthalten.

Ein Aufprall wird erkannt, wenn eine partielle Geschwindigkeitsdifferenz $vp1$ (gebildet über die Zeit $\Delta t1$) eine Schwelle $S1$ überschreitet. Dadurch werden die UND-Glieder 1 und 2 freigegeben, so daß das Schräg- und Frontalaufprallkriterium wirksam werden kann.

Ein Frontalaufprall liegt vor, wenn das Signal $vp1$ eine Schwelle $S2$ ($S2 > S1$) überschreitet und gleichzeitig die abgebaute Fahrzeuggeschwindigkeit $v = vp1$ ist. In diesem Fall erfolgt eine Auslösung über das UND-Gatter 2.

Ein Schrägaufprall wird erkannt, wenn das Signal $vp1$ eine Schwelle $S3$ ($S3 > S2$) innerhalb einer Zeitspanne td , gemessen vom Zeitpunkt der Aufprallerkennung, überschreitet. Zum Zeitpunkt der Aufprallerkennung wird daher ein Latch gesetzt, das über ein nachtrigbares Monoflop das UND-Glied 1 für die Zeit td freigibt.

Die Rücksetzung des Latches erfolgt, wenn ein Signal $vp2$ (gebildet über die Zeit $tp2$, wobei $tp2 > tp1$) die Schwelle $S4$ unterschreitet. Damit wird das Aufprallen erkannt.

Nach der Aufprallerkennung werden die Auslöseschwellen $S2$ und $S3$ abhängig vom Anstieg der Beschleunigung vor der Aufprallerkennung verändert.

Die Erfassung des Beschleunigungsanstiegs erfolgt durch die Bildung einer partiellen Beschleunigungsdifferenz a innerhalb des Zeitraums ta (Prinzip der Fig. 2). Die Veränderung der Schwellen $S2$ und $S3$ erfolgt durch Vergleich des Signals a mit einer Schwelle aS .

Überschreitet das Signal a einen Wert $aS + daS$, so werden die Schwellen $S2$ und $S3$ jeweils um einen Betrag $dS2 =$ bzw. $dS3 =$ erniedrigt. Dementsprechend werden die Schwellen $S2$ und $S3$ um einen Betrag $dS2 +$ bzw. $dS3 +$ erhöht, wenn a den Wert $aS - daS$ unterschreitet.

Ergibt sich eine Beschleunigungsdifferenz a zwischen den Werten $aS - daS$ bzw. $aS + daS$, so bleiben die Schwellen $S2$ und $S3$ unverändert.

Die Adaption des Verfahrens an die geforderte Auslöseschwelle erfolgt in wesentlichen in drei Schritten:

Wahl von $tp1$ bzw. $S2$ so, daß noch beim langsamsten geforderten 0°-Aufprall eine Auslösung über das Kriterium "Frontalaufprall" erfolgt,

Wahl von $S3$ und td so, daß beim langsamsten 30°-Aufprall eine Auslösung über das Kriterium "Schrägaufprall" erfolgt,

Wahl von $S1$ so, daß beim langsamsten zulässigen 0°- bzw. 30°-Aufprall dieser sicher erkannt wird und

Wahl von aS so, daß beim langsamen Aufprall aS unterschritten wird, beim schnellen Aufprall aS überschritten wird. \pm -Angaben in ° zur Längsmittelachse des Fahrzeugs).

Zur Bildung der partiellen Geschwindigkeitsdifferenz $v(t)$ zur Bildung der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit $v(t)$ erforderlich. Diese wurde im Vorhergehenden aus Gründen der Übersichtlichkeit durch Integration aus der Beschleunigung erzeugt.

In der Praxis ist bei einer solchen Beschleunigungsintegration mit einem Wegdriften des Integrators aufgrund von Offsetfehlern u.ä. zu rechnen, so daß zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen notwendig werden können.

Der Fig. 2 ist auch zu entnehmen, wie eine partielle

Geschwindigkeitsdifferenz auch durch Integration einer partiellen Beschleunigungsdifferenz Δa

$$\Delta a = a(t) - a(t - \Delta p),$$

gebildet werden kann.

Der Überlauf des Integrators 13 in Fig. 2 wird dadurch verhindert, daß Δv erst nach Durchlauf durch ein Hochpaßfilter 18 abgespeichert wird. Das Integrationsergebnis existiert somit lediglich als temporärer Zwischenwert.

Ein weiterer Vorteil dieser Ausführung ergibt sich, wenn man beachtet, daß die Beschleunigung a als 1-Byte-Wert vorliegt, während für die Geschwindigkeit eine Auflösung von 2-Byte notwendig ist.

Die Ausführung nach Anspruch 1 erfordert demnach einen Speicher für Δp mit einer Breite von 2 Byte sowie eine Differenzbildung zwischen 2-Byte-Werten. Bei der Realisierung nach Anspruch 2 genügt jeweils eine Auflösung von einem Byte.

Zur Erzeugung der Signale $vp1$, $vp2$ und ap ist nur ein einziger Speicher erforderlich, dessen Tiefe der längsten Verzögerungszeit, also $tp2$, entsprechen muß.

Für das Frontalaufprallkriterium ist der Vergleich von abgebauter Fahrzeuggeschwindigkeit v mit dem Signal $vp1$ erforderlich. Beachtet man jedoch, daß ein Signal vp , gebildet aus v über die Zeit t , innerhalb eines Zeitraums $0 < t < tp$ identisch mit dem Signal v ist, so läßt sich das Geschwindigkeitssignal v ersetzen durch ein Signal vp mit entsprechend großer Zeit tp .

Im vorliegenden Fall ist $tp2$ entsprechend groß, so daß $v = vp2$ gesetzt werden kann.

Eine gezielte Ausführung ist Fig. 3 zu entnehmen. Der Beschleunigungssensor 10a, z. B. ein piezoelektrischer Sensor, erlaubt die Beschleunigung (hier negativ) $a(t)$. Das Meßsignal wird gemäß Fig. 3 aufgespalten in drei Pfade, einem ersten Pfad 1...m..., einem zweiten oder mittleren Pfad, welcher wie der erste zu einem Summationspunkt 15 und dann zu einem Integrator 13 führt, letzterer zur Gewinnung von $vp1$ und ersterer zur Gewinnung von $vp2$.

Der dritte Teilpfad aus dem Meßsignal vom Sensor 10a führt über den Summationspunkt 15 zur Differenzierung der Beschleunigung in einem Baustein 15'. Dieser ist mit Vorteil zur Schwellenveränderung mit einem Schwellenschalter 16' für $S2 + dS2$ verbunden. Im Mittelteil des Blockschaltbilds (Fig. 3) ist erkennbar, daß das nicht in die Pfade 1 bis 3 abgespaltene Meßsignal gerade zum ersten Summationspunkt 15 und zum ersten Integrator 13 führt und von dort über den Knotenpunkt $vp2$ zu einem weiteren Summationspunkt 15, der seinerseits mit einem Sperrglied 16'' verbunden ist, das eine Sperrung bei langsamem Crash veranlaßt und mit einem UND-Glied 2 der Schaltung verbunden ist. Der Knotenpunkt $vp2$ ist verbunden mit einem Schwellwert $S4$, einem Reset bei $vp2 < S4$, mit einem Latch L und einem Zeitglied td zur Freigabe eines Signals über diesen Langsamcrashpfad, indem dieser direkt mit dem UND-Glied 1 verbunden ist. Das Latch L ist seinerseits über einen Zweigpfad S zum Setzen desselben mit einem weiteren, in Fig. 3 horizontalen mittleren Pfad, für das Signal $vp1$ verbunden und einem diesen zugeordneten Schwellenschalter $S1$. Ferner ist ein Knotenpunkt 19 verbunden mit einem Schwellwertglied $S3 + aS3$, der seinerseits über einen Pfad für langsamen Crash mit dem UND-Glied 1 in Fig. 3 oben verbunden ist. Der Knotenpunkt 19 ist andererseits verbunden mit einem Schwellenschalter $S2 \pm aS2$ und dieser Schwellwert-

schalter direkt mit einem UND-Glied 2, das seinerseits einen Pfad für einen schnellen Crash mit einem ODER-Glied 20 verbindet, der direkt mit dem Auslöseglied 17, wie Zündpille eines Airbags oder eines anderen Rückhaltesystems, verbunden ist. Wie aus Fig. 3 weiter ersichtlich ist, dienen die oberen drei Pfade zur Verknüpfung mit dem Glied 1 und die unteren drei Pfade zur Verknüpfung mit Glied 2, weil letzteres mit dem ODER-Glied 20 verbunden ist. Der untere dient nur der Sperrung bei langsamem Crash mit Hilfe des auf einen vorbereiteten Schwellwert eingestellten Sperrglieds 16'', seinerseits verbunden mit dem Summationspunkt 15, dem vom ersten und vom zweiten Integrator 13 zuführbar sind. Die optionelle Schwellenveränderung kann mit dem Glied $as + daS$ an den Gliedern $S2 + dS2$ und $S3 + dS3$ erfolgen.

Abwandlungen der Erfindung

Eine Verfeinerung des durch Anspruch 2 beschriebenen Verfahrens kann erfolgen zur Unterscheidung von Hochgeschwindigkeitscrashes (z. B. ≥ 35 km/h) und Niedriggeschwindigkeitscrashes (z. B. ≤ 23 km/h), bei denen in der Anfangsphase innerhalb der maximal zulässigen Auslösezeit (oder Nichtauslösezeit) fast die gleich große partielle Geschwindigkeitsdifferenz anfällt, dadurch, daß die Beschleunigung a gemäß Fig. 3 differenziert wird und mit Hilfe dieses Wertes Schwellwertveränderungen für solche Schwellen vorgenommen werden, bei deren überschreiten der partiellen Geschwindigkeit $vp1$ die Auslösung initiiert wird.

Bei Hochgeschwindigkeitscrashes (Fig. 5) ist erfahrungsgemäß die Welligkeit des Beschleunigungssignals größer als bei Niedriggeschwindigkeitscrashes (Fig. 4).

In Fig. 4 und Fig. 5 sind solche Aufprallfälle und ihre mögliche Auswertung beispielhaft dargestellt. In Fig. 4 hat dabei die obere Kurve die abgebaute Fahrzeuggeschwindigkeit zum Gegenstand und die untere die Beschleunigung. Die Kurve für die Fahrzeuggeschwindigkeit v ist in Fig. 4 und Fig. 5 bezüglich des Flankenanstiegs zunächst gleich und ändert sich erst später. Die Kurve für die Beschleunigung a ist, wie der Vergleich von Fig. 4 und Fig. 5 zeigt, bezüglich der Beschleunigung in Fig. 5 mit einer höheren Welligkeit (Amplitude) gemessen worden. In die Fig. 5 eingezeichnet ist ein Sollwert als spätes zulässige Auslösezeit und eine Istzeit ist als tatsächliche Auslösezeit erheblich darunterliegend angegeben. Dabei ist die x-Achse die Zeitachse und die y-Achse die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung angeben, wobei die Beschleunigung in g angegeben ist ($1g = 981$ m/s² Erdbeschleunigung).

Eine weitere Abwandlung des in Anspruch 2 beschriebenen Verfahrens/Vorrichtung kann erfolgen zur Unterscheidung von langsamem (schrägen) (Fig. 7) und schnellem (Frontal-)Crash's (Fig. 6) dadurch, daß eine partielle Geschwindigkeitsdifferenz $vp1$ verglichen wird mit einer, der abgebauten Fahrzeuggeschwindigkeit ähnlichen partiellen Geschwindigkeitsdifferenz (wird erreicht durch ein sehr langes $\Delta p2$).

Beim schnellen Crash ist die partielle Geschwindigkeit $vp1$ in der Anfangsphase gleich groß wie die abgebaute Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Auslösung beim schnellen Crash erfolgt über einen Pfad mit der niedrigeren Auslöseschwelle $S2$ als beim langsamen Crash mit der höheren Auslöseschwelle $S3$ ($S2 < S3$).

Beim langsamen Crash ist die partielle Geschwindigkeitsdifferenz $vp1$ nach Ablauf von $\Delta p1$ sehr Crashebene kleiner als die abgebaute Fahrzeuggeschwindigkeit

(~vp2). In diesem Fall muß der Pfad für die schnelle Crash-Bewertung gesperrt werden. Die Schwelle S3 für die Bewertung des langsamen Crash ist deswegen höher angesetzt als die Schnellcrashschwelle S2, damit eine gute Unterscheidung vom Niedriggeschwindigkeits-crash (Nichtauslösung) möglich ist.

Beim langsamen Crash darf eine eventuelle Auslösung nur in einem begrenzten Zeitraum t_d nach Erkennung eines Crashbeginns mittels Schwelle S1 ($S1 > S2$) zugelassen werden, weil sonst der dann schon weit vorgelagerte Fahrzeuginsasse durch den sich aufblasenden Airbag entweder wieder in den Sitz geschleudert wird, oder der Kopf durch den Airbag in den Hals gedrückt wird.

Die aufgenommenen Kurven der Fig. 6 und 7 entsprechen tatsächlichen Versuchen. Das Koordinatensystem und die beispielhaften Dimensionsangaben sind im gleichen 15-System wie Fig. 4 und 5 angegeben. Die Vorteile der Anwendung des erfindungsgemäßen Gleit-schwellenverfahrens sind hier besonders deutlich erkennbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufprallerkennung bei Fahrzeugen zum Zwecke der Aktivierung eines Personenrückhaltesystems, wobei die Erkennung mit Hilfe einer Schaltungsanordnung erfolgt, bei dem Sensor/Sensoren Beschleunigungs- bzw. Verzögerungssignale erfassen, die ausgewertet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) über eine bestimmte Zeitdauer durch Beschleunigungsintegration in äquidistanten Zeitabschnitten (dt) gemessen und gespeichert wird mit Hilfe eines Rechners, mit dem auch diese ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit mit dem um einen Zeitabschnitt (Δt_p) zurückliegenden Geschwindigkeitswert $v(t - \Delta t_p)$ durch Subtrahieren vermindert wird und die so errechnete Differenzgeschwindigkeit (Δv) bei Überschreitung eines Schwellwertes (Δv_s) die gewünschte Aktivierung des Personenrückhaltesystems einleitet.

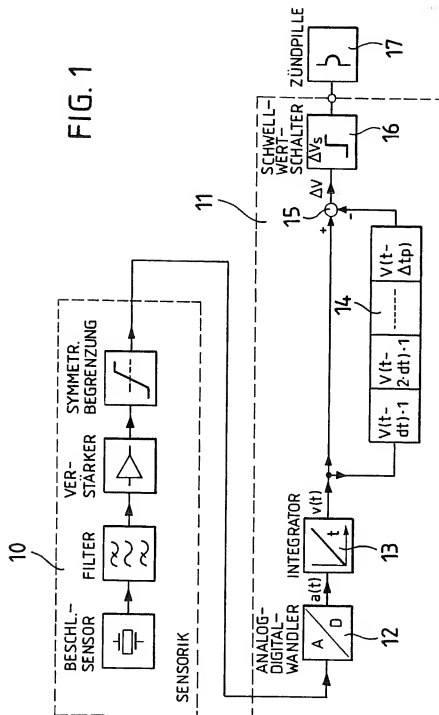
2. Verfahren zur Aufprallerkennung bei Fahrzeugen, die mit einem Personenrückhaltesystem und einer Auslöseschaltung hierfür ausgerüstet sind, welche ein Zünder des Rückhaltesystems nur nach Erkennung eines bestimmten Aufpralls aktiviert, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigung des Fahrzeugs über eine bestimmte Zeitdauer in äquidistanten Zeitabschnitten (dt) gemessen und gespeichert wird mit Hilfe eines Rechners, mit dem auch diese um eine um einen Zeitabschnitt (Δt_p) zurückliegende Beschleunigung $a(t - \Delta t_p)$ vermindert wird und die so errechnete Differenzbeschleunigung (Δa) einem Integrator zur Ermittlung der in einem Zeitabschnitt (Δt_p) entstandenen Differenzgeschwindigkeit (Δv) zugeführt wird, um bei überschreiten eines Schwellwertes (Δv_s) die Aktivierung des Personenrückhaltesystems einzuleiten.

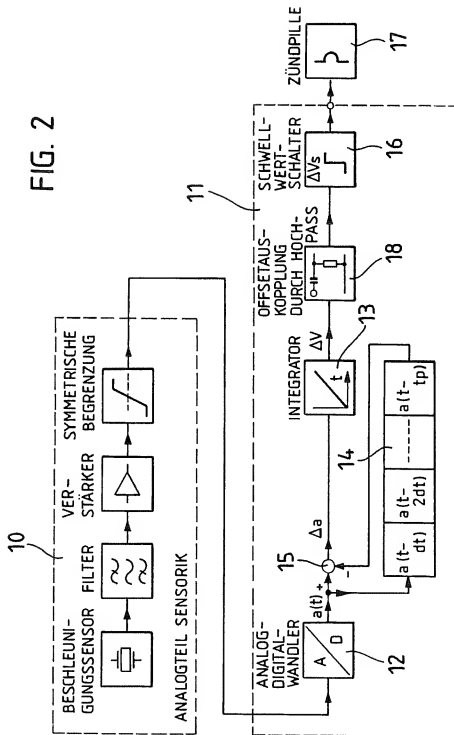
3. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in Zeitabschnitten (dt) gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeiten (v) in dem Speicher (RAM) eines Rechners abgespeichert und für die Berechnung einer Geschwindigkeitsdifferenz (Δv) zur Verfügung stehen.

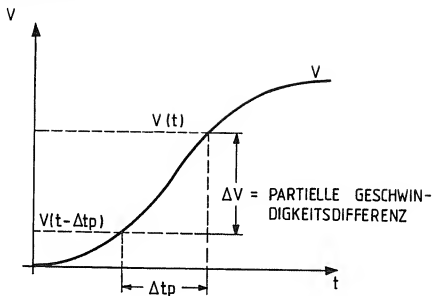
4. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die

in bestimmten Zeitabschnitten (dt) gemessene Fahrzeugbeschleunigung in einem Speicher (RAM), wie Halbleiterspeicher, für die Bewertung bereitgehalten wird und in einem Rechnerintegrator eine Geschwindigkeitsdifferenz (Δv) hierfür errechnet wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

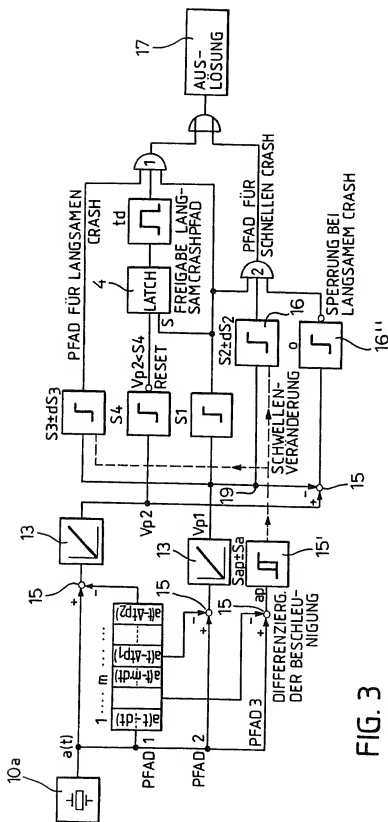


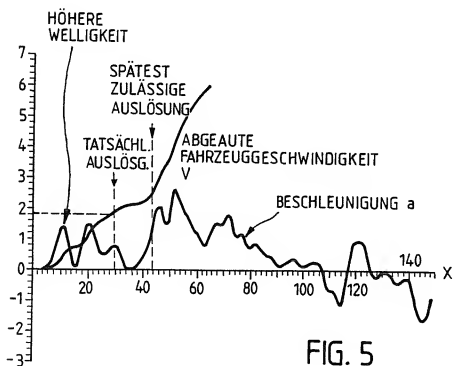
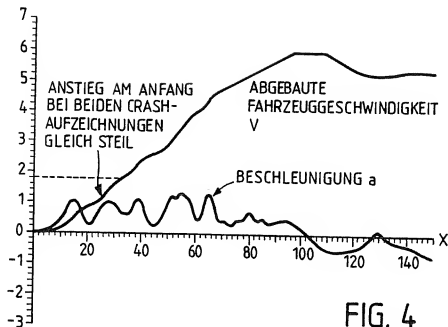


FAHRZEUG-
GESCHWINDIGKEIT

$$\Delta V = \int_{t - \Delta t_p}^t a(t) \cdot dt$$

FIG. 2a





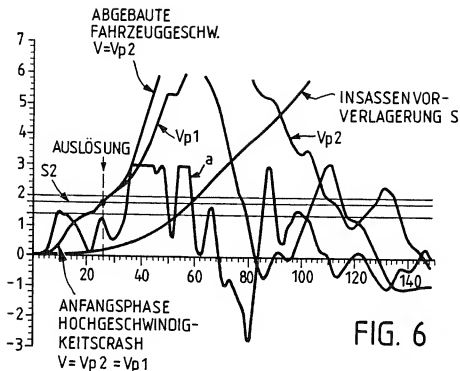


FIG. 6

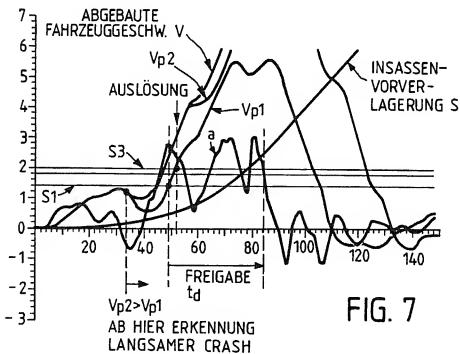


FIG. 7